

床版取替え施工時に熱影響を受ける合成鋼 I 桁橋の変形挙動に関する研究

九州大学大学院	学生員	○馬場 智, 児玉 崇
九州大学大学院	正会員	日野 伸一, 太田 俊昭
オリエンタル建設	非会員	吉田 須直
三菱重工工事	フェロー	勝野 壽男

1. はじめに

既設鋼橋における床版取替え工事では、旧床版撤去時におけるブロックジベルのガス切断あるいは新設床版用のスタッドジベル溶接による熱の影響は、設計・施工上全く考慮されていない。しかし、現実には、工事終了後の主桁上フランジ塗装面の焼け焦げや入熱箇所ウェブ面外変形が確認される場合もあることから、施工時に発生する熱の影響は予想以上に大きいと思われる。したがって、施工中の既設主桁に及ぼす熱影響を把握し、その安全性について十分配慮していかなければならない。

本研究は、床版取替え工事に伴い、ブロックジベルのガス切断やスタッドジベル溶植により発生する熱が主桁に及ぼす影響について実験・解析的に検討するものである。

2. ジベル溶断実験

2.1 供試体および載荷装置

床版撤去後に旧ジベルガス切断などの施工時熱を受ける鋼 I 桁の変形挙動を把握するために、試験体を用いてブロックジベルの溶断実験を行った。供試体の設置概要を図-1 に示す。本試験用の供試体は全長 11m（スパン長 9.5m）、桁高 588mm、フランジ幅 300mm、ウェブ板厚 12mm、フランジ板厚 20mm の H 形鋼で、支間中央のフランジ上面にモデル実橋と同等サイズブロックジベルを 300mm ピッチで 3 個溶接したもので、非載荷状態での試験（Test-I）および一定荷重を載荷した状態での試験（Test-II）の 2 ケースを用意した。Test-II では供試体の支間中央（2 点載荷間）のフランジ縁応力度が死荷重応力相当の約 1000kg/cm² となるように、荷重レベル、荷重載荷位置を決定した。載荷装置は供試体の載荷位置に設置した鋼梁を介して、センターホール式の油圧ジャッキとロードセルおよび反力床に PC 鋼棒を貫通させ、両端をアンカープレートで定着させたもので、ジャッキアップによる反力で PC 鋼棒を緊張することにより供試体に一定荷重を載荷できるようになっている。

2.2 実験方法

図-1 のように設置された供試体中央パネルの上フランジ部でジベルのガス切断およびスタッド溶接を行った。ガス切断やスタッド溶接の施工は、一般的に現場にて行われている作業を再現した。ひずみおよび温度は熱の影響を最も受ける中央パネルに高温用ゲージおよび熱電対を貼付して重点的に計測した。また、旧床版用ジベルのガス切断位置（高さ）の違いによる作業時間や上昇温度の比較も行った。

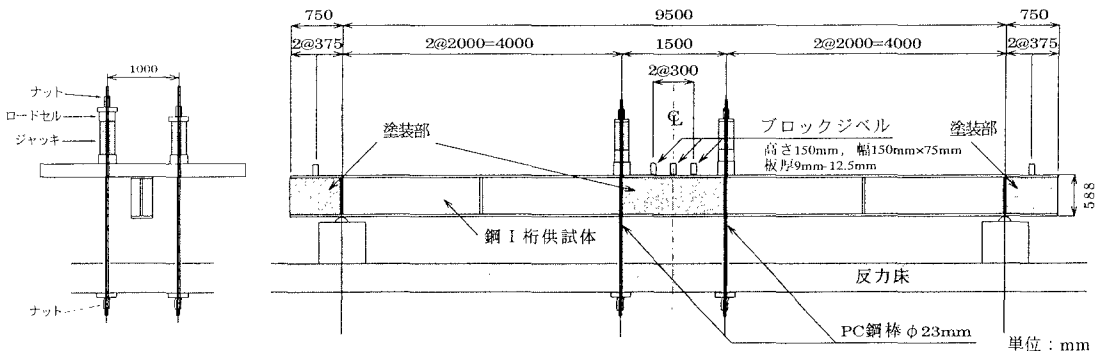


図-1 供試体の設置概要

3. 結果および考察

得られた結果の中から、Test-II について各計測位置の概要を図-2、上フランジ裏面の温度変化を図-3、たわみ変化を図-4 に示す。

所定の荷重を載荷した時点で支間中央が約 -15mm 変位している。荷重が一定に保持された状態でジベルを溶接部フランジ面で切断したところ約 2.0mm 程度上昇した。次に荷重が一定になった時点でジベル切断面を 1 箇所につき約 200 秒間加熱したところ、約 2.4mm 上昇した。加熱終了後はスタッド溶植によるわずかな変位上昇はあったものの、荷重が一定であるにもかかわらず時間が経過するとともに徐々にたわみが増大していった。最終的に上フランジ下面の温度が 40℃ まで低下したところで除荷すると、約 1.8mm 程度の残留たわみが生じた。

図-4 に見られるたわみが一時的に減少するといった現象は、ジベル切断およびスタッド溶接を行った際に熱の影響を受けた箇所（上フランジやウェブ上部）が熱膨張を起こし、主桁が上に反り変形を引き起こしたものと考えられる。また、残留たわみを生じている原因は熱の影響を受けた支間中央の局部的な曲がり変形のためであり、これは熱膨張量が周辺からの拘束力によって弾性変形能を越え、その超過分が塑性流れを起こし、冷却後に収縮したものと考えられる。

拘束された軸方向の熱ひずみ ε_T を計測値から以下の式より算出し、その経時変化を図-5 に示す。

$$\varepsilon_T = \frac{\alpha \cdot \Delta T - \varepsilon_m}{1 + \alpha \cdot \Delta T}$$

ここに、 α = 線膨張係数、 ΔT = 温度変化

ε_m = ゲージによる計測ひずみ

図より、熱膨張の拘束により生じる圧縮応力が一時的ではあるが降伏レベルにまで達していることが分かる。本供試体では座屈は見られなかったが、ウェブの幅厚比が大きく、かつ外ケーブル緊張による軸圧縮力が作用する場合には熱影響を十分に考慮しなければならない。

4. まとめ

床版取替え工事において、ジベルのガス切断等による熱影響は主桁の残留たわみやウェブの面外変形を引き起こす要因として必ずしも無視できない。さらに、解析的検討も加えながら、実橋レベルにおける熱変形挙動について詳しく調査する必要がある。

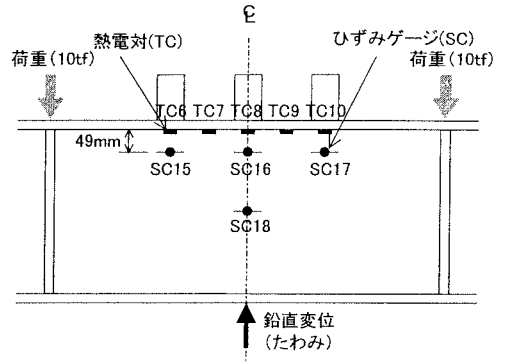


図-2 計測位置の概要図

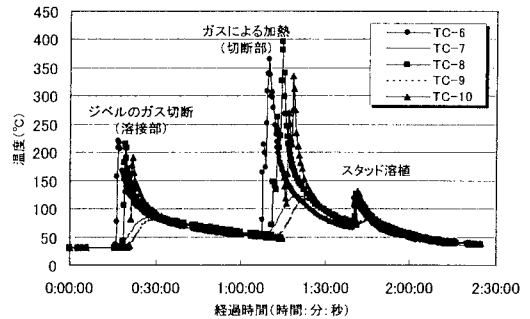


図-3 上フランジ下面の温度変化

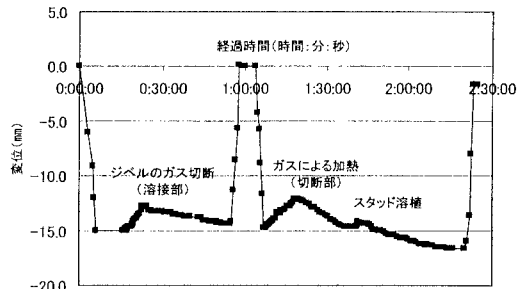


図-4 施工時熱による中央たわみ変化

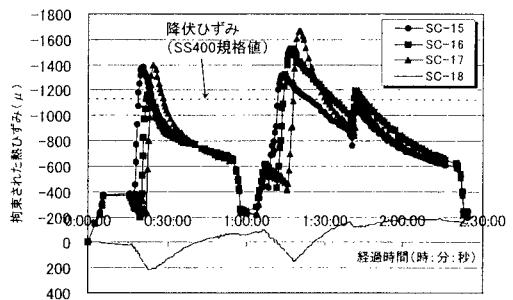


図-5 拘束された熱ひずみ変化(軸方向)